

|                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Кандидат: гл. ас. д-р инж. Георги Иванов Михалев</b>                                                                                                        |
| Конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“                                                                                                           |
| Област на висше образование – 5. Технически науки,                                                                                                             |
| Професионално направление – 5.2. Електротехника, електроника и автоматика                                                                                      |
| Специалност – „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“<br>(Технически средства за автоматизация, Проектиране на системи за управление) |

**Резюметата на рецензираните публикации, на български език и на един от чуждите езици, които традиционно се ползват в съответната научна област**

**Група В.4. Хабилизационен труд – научни публикации (не по-малко от 10) в издания, които са реферирани и индексирани в световно известни бази от данни с научна информация**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>В.4.1 Параметрична оптимизация на електрохидравлична серво система</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Електрохидравличните серво системи, използвани в индустриалното производство, се характеризират с относително проста конструкция, лесна експлоатация и висока скорост, добра надеждност, функционална гъвкавост и ниска себестойност. Всичко това обуславя необходимостта от изследване на характеристиките на електрохидравличната серво система преди всичко в динамични режими на работа. В статията се разглежда математически модел на електрохидравлична серво система с типичните нелинейности. Параметричната оптимизация на автоматичния PID регулатор е извършена на базата на минимизиране на интегралния критерий за качество при сравнение на еталонни и експериментални преходни процеси. Получените резултати са представени в графична форма. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>В.4.1 Parametric Optimization of Electrohydraulic Servo System</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| The electrohydraulic servo systems used in the industrial production are characterized by relatively simple construction, easy operation and high speed, good reliability, functional flexibility and low cost. All this demonstrates the need to study the performance of electrohydraulic servo system primarily in dynamic operating modes. The article studies a mathematical model of electrohydraulic servo system with the typical nonlinearities. The parametric optimization of the automatic PID controller was performed on the basis of minimizing the integral quality criterion when comparing reference and experimental transient processes. The obtained results are shown in a graphical form. |

#### **В.4.2 Идентификация и синтез на PI регулатор за електрохидравлична серво система**

В настоящата статия се разглежда архитектурата на електрохидравлична система с дроселно управление. Представена е система за събиране и управление на данни, базирана на универсален измервателен модул от серията Data Acquisition NI USB-6215 и Data Acquisition Toolbox™ на Matlab Simulink. Въз основа на експериментални изследвания е синтезиран и настроен математически модел на обекта. Показано е и управлението на системата посредством PI регулатор.

#### **B.4.2 Identification and synthesis of PI controller for electrohydraulic servo system**

In this paper, the architecture of an electro hydraulic system with throttle control, is examined. A data collection and control system based on the universal measuring module Series Data Acquisition NI USB-6215 and Data Acquisition Toolbox™ from Matlab Simulink, is presented. Based on the experimental research, a mathematical model of the plant was synthesized and adjusted. The control of the system through a PI controller, is presented as well.

#### **В.4.3 Сравнителен анализ на качеството на управление между PI и FUZZY регулатор на експериментална електрохидравлична серво система**

В настоящата статия е извършен сравнителен анализ на процесите, протичащи в електрохидравлична серво система с дроселно управление, работеща с различни типове регулатори. Представена е система за събиране и управление на данни, базирана на универсален измервателен модул от серията Data Acquisition NI USB-6215 и Data Acquisition Toolbox™ на Matlab Simulink. Разгледани са два вида управления: чрез класически PI регулатор и стандартен нечетлив (fuzzy) регулатор. Представена е методологията за синтез на нечетливото управление на основата на реализирания PI регулатор. Освен това е направено сравнение на показателите за качество на системата при двата вида управление – с непрекъснат PI регулатор и с нечетлив регулатор, при два входни терма (грешка и производна на грешката) и три входни терма (грешка, първа производна на грешката и производна на изхода).

#### **B.4.3 Comparative analysis of control quality between PI and FUZZY controller of experimental electrohydraulic servosystem**

In this paper, a comparative analysis of the processes occurring in an electrohydraulic servosystem with throttle control operating with different types of controllers, has been made. A data collection and control system based on the universal measuring module Series Data Acquisition NI USB-6215 and Data Acquisition Toolbox™ from Matlab Simulink, is presented. Two types of controls are considered: through a classic PI controller and standard fuzzy control. The methodology for synthesizing the fuzzy control on the basis of the realized PI controller is presented. In addition, a comparison of the quality indicators of the system with

the two types of control with continuous PI controller and fuzzy controllers is made, with two input thermals (error and error derivative) and three input thermals (error, first error derivative and output derivative)).

#### **В.4.4 Кинематичен модел и анализ на антропоморфен роботизиран пръст**

В статията е представен разработен антропоморфен роботизиран пръст и неговата способност да изпълнява сложни манипулации като част от роботизирана ръка. Определени са предимствата и недостатъците на този тип манипулатори. Чрез хибриден подход е изведен кинематичен модел на системата. Представени са основните функционални зависимости на директния и обратния кинематичен модел. Анализът е извършен на базата на диференциална кинематика и работното пространство на манипулатора. Разработената система е тествана при изпълнение на различни задачи, като са представени графични резултати за някои от тях, доказващи особеностите при управлението на този тип роботизирани системи.

#### **В.4.4 Kinematic model and analysis of an anthropomorphic robotic finger**

The article represents developed anthropomorphic robotic finger and its ability to perform complex manipulations as a part of a robotic arm. The advantages and disadvantages of this type of manipulators are defined. Using a hybrid approach, a kinematic model of the system is derived. The main functional dependences of the forward and inverse kinematic model are derived. The analysis is made on the basis of differential kinematics and the workspace of the manipulator. The developed system has been tested while performing various tasks and graphical results for some of them are presented, proving the peculiarities of the control of this type of robotic systems.

#### **В.4.5 Робастно управление на електрохидравлична серво система**

В статията е разгледан опит за синтез на робустно управление на електрохидравлична следяща система. Нелинейността на обекта е представена чрез еквивалентен линеен модел в пространството на състоянията със структурирана неопределеност. Някои от неточно известните параметри са въведени като източници на структурирана неопределеност. Извършен е опит за  $H_{\infty}$  синтез на регулатор и са проведени симулационни експерименти с нелинейния модел. Резултатите от симулацията на системата с предложения робустен регулатор са сравнени с данни, получени при управление на реалната система с вграден PI регулатор. Анализът на преходните процеси показва подобрена ефективност и стабилност в работата на електрохидравличната система в сравнение с PI управление при същите експлоатационни условия.

#### **B.4.5 Robust Control of Electro-Hydraulic Servo System**

An attempt to synthesize a robust control of an electro-hydraulic tracking system is discussed in the paper. Object nonlinearity is represented by an equivalent linear model in a state space with structured uncertainty. Some of the imprecisely known parameters are introduced as sources of structured uncertainty. An  $H_\infty$  synthesis of a regulator has been attempted and simulation experiments have been carried out with the nonlinear model. The results of the simulation of the system with the proposed robust controller are compared with the data obtained when controlling the real system with a built in PI controller. Transient analysis shows improved performance and stability in the operation of the electro hydraulic system compared to that with PI control under the same operating conditions.

#### **В.4.6 Изследване на влиянието на температурата на работната течност върху характеристиките на електрохидравлична серво система в динамичен режим**

В статията се разглежда влиянието на температурата на работната течност върху енергийните загуби в електрохидравлична серво система. Поведението на системата е изследвано при пропорционално-интегрално (PI) управление при различни температури на работната течност и различни зададени стойности на управление. Синтезиран е адаптивен PID регулатор, който използва обратна връзка от сензори за измерване на различни параметри на системата (като температура, налягане и обороти), и впоследствие адаптира параметрите на P, I и D компонентите на регулатора въз основа на тези данни, за да се постигне оптимална регулация.

#### **B.4.6 Studying the influence of working fluid temperature on the performance of an electrohydraulic servo system in dynamic mode**

The paper examines the influence of the working fluid temperature on power losses in an electro-hydraulic servo system. The behavior of the system has been investigated under Proportional-Integral (PI) control at different working fluid temperatures and various control setpoints. An Adaptive PID controller has been synthesized, utilizing feedback from sensors to measure various system parameters (such as temperature, pressure, and RPM), and then adapting the parameters of the P, I, and D components of the controller based on this data to achieve optimal regulation.

#### **В.4.7 Превключващо многорегулаторно управление на електрохидравлична серво система**

В статията е предложено превключващо многорегулаторно управление на електрохидравлична серво система с дроселно регулиране. Разгледана е архитектурата на многорегулаторното управление, състояща се от три класически регулатора (PID1, PI2, PI3), предназначени за различни области на изменение на зададения сигнал, както и

логиката на превключване между тях. Обсъдени са основните проблеми, възникващи при използването на такъв тип управление, и е извършен анализ на устойчивостта на затворената система. Представени са някои математически зависимости и описания. Чрез използване на универсален измервателен и управляващ модул са получени графични резултати за качеството на проектираното управление. Експериментално са доказани предимствата на този тип управление, както и проявата на допълнителни робустни свойства на системата.

#### **B.4.7 Switching Multi-regulator Control of Electro Hydraulic Servo System**

The paper proposes a switching multi-regulator control for an electro-hydraulic servo system with throttle regulation. The architecture of the multi-regulator control, composed of three conventional regulators (PID1, PI2, PI3) for different regions of the setpoint signal variation and switching logic, is discussed. The main issues arising from the use of such control are considered, and an analysis of the stability of the closed-loop system is conducted. Some mathematical formulas and descriptions are presented. Using a universal measurement and control module, graphical results for the quality of the designed control are obtained. The advantages of this type of control and the emergence of additional robust qualities of the system are experimentally proven.

#### **В.4.8 Приложение на модифициран многопараметричен PID регулатор за управление на електрохидравлична серво система**

В статията е предложено превключващо многопараметрично управление на електрохидравлична серво система с дроселно регулиране. Разгледана е архитектурата на MISO (Multiple Input Single Output) управление, състояща се от класически PID регулатор, действащ в канала за управление по отклонение, и нечетлив (fuzzy) PID регулатор, действащ в канала за въздействия. Обсъдени са основните проблеми, възникващи при използването на този тип управление, и е извършен анализ на устойчивостта на затворената система. Чрез универсален измервателен и управляващ модул са получени графични резултати за качеството на проектираното управление. Експериментално са демонстрирани предимствата на този тип управление, както и проявата на допълнителни робустни свойства на системата.

#### **B.4.8 Application of a Modified Multiparametric PID Controller for Control of an Electrohydraulic Servo System**

The paper proposes a switching multiparametric control for an electrohydraulic servo system with throttle regulation. The architecture of a MISO (Multiple Input Single Output) control is considered, consisting of a conventional PID controller operating in the deviation control channel and a fuzzy PID controller operating in the disturbance channel. The main issues arising from the use of this type of control are discussed, and an analysis of the stability of the closed-loop system is conducted. Graphic results for the control quality of the designed system are obtained using a universal measurement and control module. The advantages of this type of

control and the manifestation of additional robust qualities of the system are experimentally demonstrated.

#### **В.4.9 Синтез на моделно-прогностично управление на електрохидравлична серво система с използване на ортонормални функции**

В статията е представена реализацията на регулатор за моделно-прогностично управление в непрекъснато време (Continuous-Time Model Predictive Control, CMPC) за управление на електрохидравлична серво система. Обектът на управление е изпитен стенд, състоящ се от три модула и компютърна система за събиране на данни и управление. Системата е моделирана в пространство на състоянията с отчитане на параметрични неопределености. Синтезът на моделно-прогностичния регулатор се извършва чрез апроксимация на управляващия сигнал с помощта на Лагереви ортонормални функции. В статията са включени математически формули и зависимости, илюстриращи подхода за моделиране. Проведени са симулации и анализ на робустността на затворената система. Чрез система за управление в реално време са получени експериментални данни и графики, демонстриращи ефективността и оптималността на синтезирания контролен подход.

#### **B.4.9 Synthesis of Model Predictive Control for an Electrohydraulic Servo System Using Orthonormal Functions**

The paper presents the implementation of a Continuous-Time Model Predictive Control (CMPC) regulator for controlling an electrohydraulic servo system. The control object is a test bench consisting of three modules and a PC-based data acquisition and control system. The system is modeled in state-space form, accounting for parametric uncertainties. The synthesis of the model predictive controller is performed by approximating the control signal using Laguerre orthonormal functions. The article includes mathematical formulas and relationships that illustrate the modeling approach. Simulations and robust analysis of the closed-loop system are conducted. Through a real-time control system, experimental data and graphs are obtained, demonstrating the performance and optimality of the synthesized control strategy.

#### **В.4.10 Прилагане на изкуствен интелект в RAD приложение в областта на индустриалната автоматизация**

В статията се разглеждат подходи за внедряване на функционалности на изкуствен интелект (AI) в среди за бърза разработка на приложения (Rapid Application Development, RAD). Изследването акцентира върху предимствата на изграждането на компютърни контролни системи чрез RAD приложения, като се вземат предвид както скоростта на разработка, така и гъвкавостта. Прегледат се и се предлагат различни стратегии за интегриране на модели Generative Pretrained Transformers (GPT) в компютърни индустриални контролни системи. Представени са конкретни програмни реализации на

езици за високопроизводителни изчисления (HPC) като C++ и Python, илюстриращи практическите методи за осигуряване на AI функционалности в индустриална среда. Проведен е сравнителен анализ на базата на ключови критерии, включително сложност на имплементацията и време за изпълнение при изпращане и получаване на отговори от GPT моделите. Валидирането е извършено чрез задачи, свързани с контрол на технологични процеси, с фокус върху настройка на PID регулатори и идентификация на системи чрез примерни процеси. Статията обсъжда предизвикателствата и ползите от различните методи за интеграция и предоставя практически насоки за избор на най-ефективния подход в реални приложения.

#### **B.4.10 Implementing artificial intelligence in a RAD application in the field of industrial automation**

In this article, approaches for implementing Artificial Intelligence (AI) functionalities into Rapid Application Development (RAD) environments are explored. The study emphasizes the advantages of building PC-based control systems through RAD applications, considering both speed of development and flexibility. Various strategies for integrating Generative Pretrained Transformers (GPT) models into PC-based industrial control systems are reviewed and proposed. Specific programming implementations in high-performance computing (HPC) languages such as C++ and Python are presented, illustrating practical methods for enabling AI-driven functionalities within industrial environments. A comparative analysis is conducted based on key criteria, including implementation complexity and the execution time for sending and receiving responses from GPT models. Validation is performed through tasks related to technological process control, focusing on PID controller tuning and system identification using example processes. The paper discusses the challenges and benefits of different integration methods and highlights practical guidelines for choosing the most effective approach in real-world applications.

#### **B.4.11 Прилагане на изкуствен интелект в компютърно базирано приложение за управление на соларна система**

В статията е представена компютърно базирана система за управление и мониторинг на фотоволтаична (PV) соларна система. Предложена е архитектура, основана на принципите на изкуствения интелект (AI) в контролната верига. Разработената AI система е проектирана да подобри ефективността на управлението чрез адаптиране на параметрите, както и да предостави нови възможности за оптимизация. Тези функционалности са включени в разработения софтуер, като е предоставено подробно описание. Системата е тествана чрез реализиране на комуникация между RAD приложение и симулационен модел в средата MATLAB/Simulink. Симулационният модел включва разширен набор от подсистеми с цел изследване на зависимостите и влиянието на всяка от тях. Резултатите от симулацията показват, че комбинацията от GPT модел за динамично определяне на параметрите на регулатора води до по-добра стабилизация на PV мощността и цялостната работа на системата при динамични промени в слънчевата радиация, като се постига ефективност от 98,12%. Разработката и

изследването потвърждават потенциала на възпроизводимия AI за интелигентно управление на възобновяеми енергийни източници, предоставяйки насоки за бъдещи подобрения в индустриалната автоматизация и енергийни системи чрез надграждане към самосъзнателни интелигентни системи за управление.

#### **B.4.11 Implementation of artificial intelligence in a PC-based application for controlling a solar system**

The paper presents a PC-based system for control and monitoring of a PV solar system. An architecture based on the AI principle in the control loop is proposed. The developed AI system is designed to improve the use of control efficiency by adapting the parameters, as well as providing new optimization opportunities. These functionalities are included in the developed software, and a detailed description is provided. The system is tested by implementing communication between a RAD application and a simulation model in a MATLAB/Simulink environment. The simulation model includes an expanded set of subsystems in order to study the dependencies and influence of each of them. The simulation results show that the combination of a GPT model for dynamic determination of the controller parameters leads to better stabilization of the PV power and the overall system performance under dynamic changes in solar radiation, achieving an efficiency of 98.12%. The development and research confirm the potential of reproducible AI for intelligent management of renewable energy sources, offering guidelines for future improvements in industrial automation and energy systems, by upgrading to self-aware intelligent control systems.

### **Група Г.8. Научна публикация в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове**

#### **Г.8.1 Интелигентна система за ориентиране на детайли**

В статията е описана система за ориентиране на детайли в производството. Разработката на тази система ще има значително икономическо въздействие и ще подпомогне индустрията чрез прилагането на нови технологии.

#### **Г.8.1 Intelligent system for orientation of parts**

The article describes a system for orientation of details in production. The development of this system will have a large economical impact and will support the INDUSTRY by the putting into practice of new technology.

### **Г.8.2 Използване на система за машинно зрение за следене плаването на печат**

В статията се разглеждат основните постановки, свързани с използването на системи за машинно зрение за следене на плаването на печат. Акцентираща се върху редица ключови моменти при прилагането на този подход, изведени са математически зависимости и са формулирани съответните заключения. Наблюдавани са няколко случая на грешки, характерни за системите за машинно зрение, като са анализирани специфични причинно-следствени връзки.

### **Г.8.2 Using machine vision system for tracking the floating printing**

The paper reviews of principal formulations related to issue with using machine vision systems for tracking of the floating printing. A number of key moments related to the use of this approach are accentuated, similarly mathematical correlations are evolved, and relevant conclusions made. A number of error cases inherent to the machine vision systems have been observed and specific causal relations analyzed.

### **Г.8.3 Окачествяване на хранителни продукти с невронна мрежа**

В статията е представено изследване на промените в състоянието на хранителни продукти по време на тяхното съхранение при 4°C. За изследването са използвани три вида месо. Събраните данни са използвани за успешно обучение на невронна мрежа за разпознаване по тип продукт и период на съхранение. За изследването е използвана компютърна система за събиране на данни и модул с газови сензори, базиран на металоксидни сензори Umweltsensortechnik GmbH (UST), Германия. Събраните данни са класифицирани и обработени чрез изкуствена невронна мрежа. Въз основа на разработения класификационен модул точността на идентификация на пробите надхвърля 86%.

### **Г.8.3 Food qualification with neural network**

In the article a study of change registered in the status of food products during their storage at 40C is presented. Three types of meat were used for the study. With data obtained neural network for recognition by type and period of storage was successfully trained. A computer-based system for data collection and gas sensor module based on Umweltsensortechnik GmbH (UST), Germany metal oxide sensors were used for the study. The data collected was classified and treated with an artificial neural network. Based on the classification module developed the obtained identification of samples is more than 86%.

### **Г.8.4 Контролер за управление на вибробункер**

В статията е представен специално разработен контролер за вибрационен бункер. Контролерът е базиран на модерен 8-битов микроконтролер и е способен да комуникира и обменя данни с компютър чрез USB интерфейс. Разработеният комуникационен протокол позволява дистанционно управление и мониторинг на състоянието на вибрационния бункер.

#### **Г.8.4 Development of controller for vibratory feeder**

This paper presents a specially developed controller for vibratory feeder. The controller is based on a modern eight-bit microcontroller and it is able to communicate and exchange data with a PC using the USB interface. Developed communications protocol enables remote management and monitoring of the status of vibratory feeder.

#### **Г.8.5 Разработване на виртуален инструмент за мониторинг на резонанс на вибробункер**

В настоящата статия е представена разработката на виртуален инструмент за мониторинг на резонансното състояние на купи на вибрационни бункери. Управлението на купата на вибробункера се осъществява чрез специално разработен контролер с сериен интерфейс. Чрез този интерфейс се използва LabVIEW виртуален инструмент (VI) за събиране и анализ на данни. С помощта на този VI може да се оцени приложената алгоритмика за откриване на резонанс и да се контролират параметри като честота, ток и напрежение, подавани към купата на вибробункера.

#### **Г.8.5 Development of virtual instrument for monitoring of resonance of vibratory feeder bowls**

Current paper presents the development of virtual instrument for monitoring of resonance state of vibratory feeder bowls. The control of vibratory feeder bowl is realized with custom controller with serial interface. Using this interface a LabVIEW VI is used for data acquisition and analysis. With the help of this VI can be evaluated the implemented algorithm for resonance detection and can be controlled such parameters as frequency, current and voltage supplied to vibratory feeder bowl.

#### **Г.8.6 Система за отчитане производителността на труда в реално време**

В статията се разглежда приложение на ESP32 за реализиране на системи за автоматизирано отчитане на степента на използване на производствените мощности в реално време. Предложено е техническо решение за дистанционно управление и мониторинг на производствения процес в текстилна компания чрез специализиран модул, който изпраща данни за изразходваното време към отдалечен сървър чрез Wi-Fi,

LAN или Bluetooth. Получената информация се използва за управление на производствения процес в реално време и за определяне на възнаграждението на работниците.

#### **Г.8.6 System for automatic reporting a labour productivity in real time**

In this paper, an ESP32 application in implementing systems for automated reporting of the utilization rate of production capacities in real time is considered. A technical solution of remote control and monitoring of the production process in a textile company, through a dedicated module for sending the time spent on a remote server via Wi-Fi, Lan or Bluetooth is proposed. The obtained information is used to control the production process in real time and determination of the remuneration of workers.

#### **Г.8.7 Приложение на esp32 в система за отчитане производителността на труда в реално време**

В статията се разглежда приложение на ESP32 за реализиране на системи за автоматизирано отчитане на степента на използване на производствените мощности в реално време. Предложено е техническо решение за дистанционно управление и мониторинг на производствения процес в текстилна компания чрез специализиран модул, който изпраща данни за изразходваното време към отдалечен сървър чрез Wi-Fi, LAN или Bluetooth. Получената информация се използва за управление на производствения процес в реално време и за определяне на възнаграждението на работниците.

#### **Г.8.7 Application of esp32 in automated real-time production capacity utilization systems**

In this paper, an ESP32 application in implementing systems for automated reporting of the utilization rate of production capacities in real time is considered. A technical solution of remote control and monitoring of the production process in a textile company, through a dedicated module for sending the time spent on a remote server via Wi-Fi, Lan or Bluetooth is proposed. The obtained information is used to control the production process in real time and determination of the remuneration of workers.

#### **Г.8.8 Робастно управление на двойнодействаща водна турбина**

В статията е разработен математически модел, описващ работата на кръстосано-поточна водна турбина. Синтезиран е робустен регулатор чрез  $H_\infty$  техники, с цел замяна на конвенционалния регулатор на водната турбина. Преходните процеси в системата са сравнени с тези, при които се използва класически PID регулатор. Симулациите са проведени с помощта на MATLAB, а получените резултати показват, че общата

производителност на системата може да бъде подобрена чрез предложеното  $H_{\infty}$  робустно управление.

#### **Г.8.8 Robust control of cross-flow water turbine**

A mathematical model describing the operation of the cross-flow water turbine has been developed in this paper. A robust governor has been synthesized using  $H_{\infty}$  techniques to replace the conventional governor of the water turbine. The transient processes in the system are compared to the processes where the classical ПИД controller is used. The simulations are carried out using MATLAB and the results show that the overall system output performance can be improved using the proposed  $H_{\infty}$  robust governor.

#### **Г.8.9 Изследване на процеса на калибриране на камера посредством индустриален робот – част 1**

В статията е представен основният принцип на калибриране на камера чрез роботизирана система. Разработена е пълна система за реализиране на метода на Zhang за калибриране. Описани са основните проблеми при използването на индустриалния робот Fanuc LRMate 200iD 4S и неговото програмиране. Получен е директен и обратен кинематичен модел, като проблемът със сингулярността при текущата задача е решен чрез метода на Denavit-Hartenberg. Представена е кинематичната структура, D-H параметрите и някои основни зависимости и формули. Верификацията на модела е извършена чрез сравнение с нулевата позиция на реалния робот.

#### **Г.8.9 Study of calibration process of camera through industrial robot – part 1**

In this paper, a basic principle of camera calibration through robotic system is presented. A complete system has been developed to implement the Zhang calibration method. The main problems of using the Fanuc LRMate 200iD 4S industrial robot and its programming are described. A straight and inverse kinematic model, solving the problem of singularity in the current task is obtained by the method of Denavit-Hartenberg. The kinematic structure, D-H parameters and some basic relations and formulas are given. Verification of the model has been made by comparing the zero position of a real robot.

#### **Г.8.10 Изследване на процеса на калибриране на камера посредством индустриален робот – част 2**

В статията са представени данни за изпълнението на многокомпонентна система за калибриране на камера. Разработената система се състои от индустриален робот Fanuc LRMate 200iD 4S, микропроцесорна система на базата на ESP32 и компютърна система за машинно зрение. Използвана е гъвкава техника за калибриране, реализираща метода

на Zhang. Дадено е кратко описание на Pinhole модела на камерата и използвания метод за калибриране. Представени са графики и изображения на основните етапи от работата на системата. Показани са резултати за качеството на калибрирането на камерата и са изведени някои основни функционални зависимости.

#### **Г.8.10 Study of calibration process of camera through industrial robot – part 2**

In this paper, performance data of a multi-component camera calibration system is presented. The developed system consists of an industrial robot Fanuc LRMate 200iD 4S, a microprocessor system based on ESP32 and a PC-based machine vision system. Flexible calibration technique is used, implementing Zhang's method. A brief description of the Pinhole model of the camera and the used calibration method is given. Graphics and pictures of the main stages of system operation are shown. Results for the quality of the camera calibration are presented and some basic functional dependencies are derived.

#### **Г.8.11 Процесен контролер с интегриран модул за автотунинг**

PID регулаторите са гръбнакът на повечето индустриални контролни системи. Определянето на техните параметри е от голямо значение в професионалната област на управлението. За опростяване на тази задача и намаляване на необходимото време, много съвременни PID регулатори са снабдени с възможности за автотунинг, т.е. оборудвани са с механизъм, способен автоматично да изчислява „правилните“ параметри, когато регулаторът е свързан към процеса. Поради значимостта на проблема е разработено голямо разнообразие от PID автотюннинг системи, които са налични на пазара. В настоящата статия е разгледана хардуерно-софтуерната реализация на система за управление на технологични процеси, изградена върху микроконтролер ESP32. В контролера е интегриран алгоритъм за автотунинг, позволяващ фината настройка на параметрите за пълен контрол върху отделни обекти на технологични процеси в химическата, хранително-вкусовата индустрия и други.

#### **Г.8.11 Process controller with integrated autotuning module**

PID regulators are the backbone of most industrial control systems. The problem of determining their parameters, then, is of great importance in the professional control domain. To simplify this task and reduce the time required for it, many PID regulators nowadays incorporate autotuning capabilities, i.e. they are equipped with a mechanism capable of computing the ‘correct’ parameters automatically when the regulator is connected to the field. Due to the importance of the problem, a very wide variety of PID autotuners have been developed and are currently available on the market. In this paper is considered hardware-software realization of a system for control of technological processes, building of a microcontroller ESP32 . In the controller is integrated autotuning algorithm, allowing fine tuning of parameters for full control over separate objects of technological processes from chemical, food processing industry and etc.

#### **Г.8.12 Моделно предсказващо управление за вибрационен хранващ модул**

В статията е представен синтез на CMPC контролен блок за вибрационен модул за подаване и ориентиране на детайли. Устройството, представляващо обекта на управление, се разглежда като двумасова резонираща система. При наличие на параметрична неопределеност е изграден линеен модел на системата в пространство на състоянията. Извършен е анализ на затворената система за робустност, който показва робустните качества и стабилността на системата, осигурени от CMPC регулатора.

#### **Г.8.12 Model predictive control of vibratory bowl feeder**

In this paper, a synthesis of the CMPC control unit for a vibratory feeding and orientation module is presented. The device representing the control object is considered as a two-mass resonating system. In the presence of parametric uncertainty, a linear model of the system in state space, is produced. A robust closed-loop analysis has been accomplished, showing the robust quality and robust stability of the system provided by the CMPC controller.

#### **Г.8.13 Интелигентна система за окачествяване на хранителни продукти базирана на esp32 и газови сенсори.**

Свинското месо е сред най-консумираните месни продукти на пазара. Възможността за развитие на нежелани микроорганизми се увеличава значително при неправилно съхранение. В настоящата работа са представени резултати от изследване на прясно сурово месо чрез многосензорна система „електронен нос“ за регистриране на промени в състоянието му. Изследванията са проведени върху проби свинско месо на редовни интервали по време на съхранение при определени условия. За целите на изследването е използвана компютърна система за събиране на данни и модул с газови сензори, базиран на металоксидни сензори Umweltsensortechnik GmbH (UST), Германия. Събраните данни са класифицирани и обработени чрез изкуствена невронна мрежа. С използваните данни невронната мрежа е успешно обучена за разпознаване по състояние и период на съхранение. Въз основа на разработения класификационен модул точността на идентификация на пробите надвишава 86%. Резултатите доказват възможността предложената система, базирана на газови сензори, да се използва за определяне състоянието на свинското месо.

#### **Г.8.13 Intelligent system for qualification of food products based on esp32 and gass sensors**

Pork is amongst the most consumed meat products offered on the market. The possibility for development of undesirable microorganisms is significantly increased by incorrect storage. This work presents results of a survey of fresh raw meat for registration of status changes by multisensor system "electronic nose". Studies were carried out on samples of pork at regular intervals during its storage under certain conditions. A computer-based system for data

collection and gas sensor module based on Umweltsensortechnik GmbH (UST), Germany metal oxide sensors were used for the study. The data collected was classified and treated with an artificial neural network. With data obtained neural network for recognition by state and period of storage was successfully trained. Based on the classification module developed the obtained identification of samples is more than 86%. The results prove the possibility of the proposed system on the basis of gas sensors to be used to determine the state of pork.

#### **Г.8.14 Някои възможности за робастно управление на двойнодействаща водна турбина**

В статията е разработен математически модел, описващ работата на кръстосано-поточна водна турбина. Синтезиран е робустен регулатор чрез  $H_\infty$  техники с цел замяна на конвенционалния регулатор на водната турбина. Преходните процеси в системата са сравнени с тези, при които се използва класически PID регулатор. Симулациите са проведени с помощта на MATLAB, а резултатите показват, че общата производителност на системата може да бъде подобрена чрез предложеното  $H_\infty$  робустно управление.

#### **Г.8.14 Some Possibilities for Robust Control of a Double-Operating Water Turbine**

A mathematical model describing the operation of the cross-flow water turbine has been developed in this paper. A robust governor has been synthesized using  $H_\infty$  techniques to replace the conventional governor of the water turbine. The transient processes in the system are compared to the processes where the classical PID controller is used. The simulations are carried out using MATLAB and the results show that the overall system output performance can be improved using the proposed  $H_\infty$  robust governor.

#### **Г.8.15 Относно използването на суперкълъстери в автоматизацията**

В статията се обръща внимание на нарастващата необходимост от устройства за високопроизводителни изчисления. Използването на по-мощни компютърни системи нараства бързо поради появата на нови мултидисциплинарни научни области като големи данни, компютърни симулации, изкуствен интелект и други. Представен е преглед на тенденциите в изграждането на суперкълъстери. Изследвани са основните аспекти на техния софтуер. Обобщени са данни за производителността и консумираната електроенергия според размера на компютърния кълъстер. С оглед на съвременните тенденции в автоматизацията са дадени насоки за мястото на суперкълъстерите в управлението на технологични обекти и процеси.

#### **Г.8.15 On the use of superclusters in automation**

The paper draws attention to the growing need of high performance computing devices. The use of more powerful computer systems is growing rapidly due to the appearance of new multidisciplinary scientific fields such as big data, computer simulations, artificial intelligence and others. An overview of the trends in the construction of superclusters is made. The main aspects of their software have been studied. Data on performance and consumed electricity are summarized according to the size of the computer cluster. In view of modern trends in automation, guidelines are given for the place of superclusters in the control of technological objects and processes

#### **Г.8.16 Изследване и анализ на техники против интегрално насищане в системите за управление**

В статията са представени някои от основните техники и стратегии за предотвратяване на интегралното насищане в управлението на технологични обекти. Представени са подробни блокови схеми на реализираните техники против интегрално насищане. Проведени са симулационни схеми за PID управление на линеен вибрационен бункер. Получените резултати са представени графично. Извършен е анализ и сравнение на базата на качеството на полученото управление.

#### **Г.8.16 Research and analysis of anti-windup techniques in the control systems**

The paper presents some of the main anti-windup techniques and strategies in the control of technological plants. Detailed block diagrams of implemented anti-windup techniques are presented. Simulation schemes for PID control of a linear vibratory feeder have been performed. The obtained results are graphically displayed. An analysis and comparison on the basis of the quality of the received control is made.

#### **Г.8.17 Представяне и сравнение на софтуерни платформи за машинно обучение**

В статията се прави преглед на някои от най-често използваните софтуерни платформи за машинно обучение, способни да работят на суперкълъстери, изградени чрез SBC. Представен е обзор на приложението на машинното обучение в производството за решаване на задачи с различен характер. Подробно са разгледани платформите за дълбоко обучение Keras, TensorFlow, PyTorch и Theano. Извършено е аналитично сравнение на възможностите им въз основа на предимствата, недостатъците и функционалните възможности на всяка от тях.

#### **Г.8.17 Introduction and comparison of software platforms for machine learning**

The paper reviews some of the most commonly used machine learning software platforms that have the ability to run on superclusters built by SBC. An overview of the application of machine

learning in production for solving problems of different nature is made. The Keras, TensorFlow, PyTorch and Theano deep learning platforms are discussed in detail. An analytical comparison of the capabilities based on the advantages, disadvantages and functional capabilities for each of them, is made.

#### **Г.8.18 Лабораторна мулти-агентна система за управление на трафика**

Проблемът с автомобилния трафик и задръстванията става все по-голям. Необходими са мерки за намаляване на натоварването и улесняване на движението в големите градове. Един от възможните подходи за облекчаване на трафика се базира на изграждането на интелигентни системи за управление на движението. В статията е представена структурата и работата на лабораторна мулти-агентна система за управление на трафика.

#### **Г.8.18 Laboratory multi-agent traffic management system**

The problem of car traffic and traffic jams is getting bigger and bigger. Measures need to be taken to reduce congestion and ease traffic in major cities. One possible approach to alleviate the traffic burden is based on the construction of intelligent traffic management systems. This paper presents the structure and operation of a laboratory multi-agent traffic management system.

#### **Г.8.19 Приложение на изкуствени невронни мрежи за предсказване добива на мед от пчелен кошер**

В статията се разглежда възможността за предсказване на добива на мед от пчелен кошер, посредством система за мониторинг. Разработена е система за мониторинг на пчелен кошер в реално време. Измерваните величини са тегло на кошера, външна и вътрешна температура и влажност. С цел автоматизиране и оптимизиране на грижите за пчелния кошер се използват ИНМ за предсказване на теглото на кошера. Разглежданите ИНМ са NARX, NAR и NIO. Представени са резултати от реално получени данни за наблюдаваните величини по време на активния период на развитите на пчелен кошер. Направен е анализ и сравнение на резултатите от приложението на различните видове ИНМ за предсказване на добива от мед.

#### **Г.8.19 Application of artificial neural networks for predicting honey yield from a beehive**

The article examines the possibility of predicting honey yield from a beehive using a monitoring system. A real-time beehive monitoring system has been developed, measuring parameters such as hive weight, internal and external temperature, and humidity. To automate and optimize beehive management, artificial neural networks (ANNs) are used to predict hive weight. The ANNs considered in the study include NARX, NAR, and NIO models. Results obtained from

real-time data during the active development period of the beehive are presented. An analysis and comparison of the performance of the different types of ANNs in predicting honey yield are also provided.

#### **Г.8.20 Система за мониторинг на състоянието на пчелни кошери предназначена за прилагане в прецизното пчеларство**

В статията е предложена система за мониторинг на параметрите на пчелните кошери с цел осигуряване на високо здравословно състояние на пчелните колонии и добър добив на пчелни продукти. Използваната система позволява прилагането на метода на прецизното пчеларство в кошери. Предложеният подход осигурява събиране на данни от кошери, разположени на отдалечени места при трудни условия. Системата предоставя информация за теглото на кошера, външната и вътрешната температура и влажност в реално време. Мониторинговата система предлага ефективен начин за достъп, визуализация и управление на получените данни чрез облачна структура. Представени са резултати от реални данни за наблюдаваните стойности през активния период на развитие на пчелния кошер.

#### **Г.8.20 Beehive condition monitoring system intended for application in precision beekeeping**

The paper proposes a system for monitoring the parameters of the beehives in order to ensure a high health status of the bee colonies and a good yield of bee products. The used system allows the application of the precision beekeeping method in an apiary. The proposed system enables the collection of data from beehives in remote locations under hard conditions. The system provides information on hive weight, external and internal temperature and humidity in real time. The monitoring system offers an efficient way to access, visualize and manage the received data by using a cloud structure. Results of actual data obtained for the observed values during the active period of development of a beehive are presented.

#### **Г.8.21 Система за мониторинг на състоянието на пчелни кошери, предназначена за прилагане в пчеларството**

Медоносните пчели са едни от най-важните насекоми за човешкото съществуване. Те играят ключова роля както в производството на различни селскостопански култури, така и в развитието на природата като цяло. В момента пчелните колонии се сблъскват с множество проблеми, свързани с климатичните промени, заболявания, химическо замърсяване и най-вече човешката дейност, касаеща развитието, производството и устойчивостта на пчелната колония. Целта на настоящата разработка е да предложи решение или поне частично да овладее определени проблеми на пчелните семейства по време на тяхното развитие в активния период, с минимални разходи на ресурси. Тези проблеми могат да се обобщят като: проблеми, свързани със здравето на кошера,

проблеми, свързани с размножаването, и проблеми, свързани с производството на определени пчелни продукти (мед, прашец и восък).

Предлага се система за мониторинг на някои параметри на пчелни колонии в реално време, базирана на облачни услуги и микропроцесорна система с набор от сензори. Получената информация може да подпомогне пчеларя да предприеме навременни действия с минимален стрес за пчелите в колонията. Разработената система е базирана на микроконтролер ESP32 и измерва основни параметри, като вътрешна и външна температура, влажност и тегло на кошера. Данните се съхраняват в облачна структура с добре разработена графична среда за последващ анализ. Отделя се внимание на енергоспестяването и комуникацията в труднодостъпни места и райони.

В статията са описани подробно архитектурата на системата и нейната реализация. Разработената система може да се използва за мониторинг на производството на мед, предотвратяване на процеса на рояване, както и за поддържане на високо здравословно състояние на пчелните колонии. Представени са резултати от реални данни за наблюдаваните стойности през активния период на развитие на кошера. Чрез технически и икономически анализ са предоставени данни за постигнатите социално-икономически резултати.

#### **Г.8.21 Beehive Condition Monitoring System Intended for Application in Beekeeping**

Honey bees are one of the most important insects for human existence. They have a main role in the production of various agricultural crops, as well as in the development of nature itself. Currently, bee colonies are facing many problems related to climate change, diseases, chemical pollution and most of all human activity regarding the development, production and sustainability of the bee colony. The aim of the present development is to provide a solution or at least to partially suppress certain problems of bee families during their development in their active period, with a minimum expenditure of resources. These problems can be summarized as problems related to the health of the hive, problems related to reproduction and problems related to the production of certain bee products (honey, pollen and wax). A system for monitoring of some bee colonies parameters in real time is proposed, based on cloud services and a microprocessor system with a set of sensors. The obtained information can help the beekeeper take timely action with minimal stress to the bees in the colony. The developed system is based on an ESP32 microcontroller and measures basic parameters, such as internal and external temperature, humidity and weight of the beehive. The data is stored in a cloud structure with a good graphical presentation environment for the purpose of subsequent analysis. Attention is paid to energy saving and communication in difficult to reach places and regions. The architecture of the system and its implementation are described in details. The developed system can be used to monitor the production of honey, prevent the process of swarming, as well as to maintain a high health status of the bee colonies. Results of actual data obtained for the observed values during the active period of development of a beehive are presented. Through the technical and economic analysis, information is given about the achieved socio-economic results.

#### **Г.8.22 Интелигентна система за управление на събирането на твърди отпадъци**

В статията е представена структурата на интелигентна интегрирана система за управление на събирането на твърди отпадъци в градска и крайградска среда. Системата може автоматично да поддържа нивото на контейнерите и да изпраща информация към сметосъбиращия камион. Използваните технологии в предложената система са подходящи за осигуряване на реален мониторинг и управление на процесите по събиране на отпадъци и за постигане на по-екологична среда.

#### **Г.8.22 Intelligent Management System for Collection of Solid Waste**

The paper presents the structure of an intelligent integrated system for managing the collection of solid waste in urban and suburban environments. The system can automatically maintain the box level and send information to the waste collection truck. The technologies used in the proposed system are good needed to provide real monitoring and management of waste collection processes and to obtain a green environment.

#### **Г.8.23 Приложение на алгоритми за сегментиране при реконструкцията на 3D сцена от изображения**

Техниката за 3D реконструкция на реални сцени от изображения представлява значителен напредък във визуалните технологии, като предлага потенциал за разработване на множество нови приложения в различни инженерни области. По същество 3D реконструкцията от изображения е компютърен процес, който използва набор от двумерни изображения, заснети под различни ъгли и позиции, за да се създаде триизмерен модел на сцената или обекта. Чрез анализ на характеристики като ключови точки, сравняване на техните позиции и прилагане на геометрични принципи, този процес трансформира изображенията в триизмерни представяния със пространствена информация.

Сложността на 3D реконструкцията на сцена от изображения произтича от необходимостта да се открият точки на интерес, да се съпоставят и проследят те в различните изображения, както и да се анализират и обединят множество визуални данни от различни перспективи. В статията се предлага използването на по-прости алгоритми за обработка на изображения с цел получаване на повече точки на интерес, осигурявайки по-точен 3D модел без да се натоварва процесът на реконструкция с комплексни изчислителни процедури.

Разгледаните методи реализират сегментация на изображения чрез първите и вторите производни на функцията на интензивността на изображението за определяне и отделяне на ръбове и граници. Представена е практическа реализация на 3D реконструкция на реални сцени от изображения в средата Matlab. В реализацията се използват алгоритми, базирани на първите и вторите производни на функцията на интензивността на изображението, за да се постигне по-гъст 3D модел чрез сегментация на изображенията за откриване на ръбове и граници.

### **Г.8.23 Application of Segmentation Algorithms in the Reconstruction of a 3D Scene from Images**

The technique of 3D reconstruction of real scenes from images represents a significant advancement in visual technologies, offering the potential for the development of numerous new applications in various engineering fields. In general, 3D reconstruction from images is a computer process that utilizes a set of two-dimensional images captured from different angles and positions to create a three-dimensional model of the scene or object. By analyzing features such as key points, comparing their positions, and applying geometric principles, this process transforms the images into three-dimensional representations with spatial information. The complexity of 3D scene reconstruction from images arises from the need to detect points of interest, match and track them across different images, as well as analyze and merge multiple visual data from different perspectives. This article proposes the use of simpler image processing algorithms to obtain more points of interest, providing a more accurate 3D model without overburdening the reconstruction process with complex computational procedures. The investigated methods implement image segmentation through the first and second derivatives of the image intensity function to determine and separate edges and boundaries in the image. A practical implementation of 3D reconstruction of real scenes from images in the Matlab environment is presented. In the implementation, algorithms based on the first and second derivatives of the image intensity function are used to achieve a denser 3D model by segmenting images to detect edges and boundaries. The investigated algorithms are implemented in the stage of discovering properties in the image. Some of the most well-known algorithms have been tested and compared with the use of the standard SURF algorithm. The algorithms from this class have significantly improved results, with the density of the 3D model increased several times compared to the number of generated points, and in some cases, the execution time remains the same relative to the percentage ratio of the generated 3D points.

### **Г.8.24 Нискобюджетна система за мониторинг на здравето на бременни жени**

Мониторингът на здравето на бременните жени е от съществено значение за осигуряване на безопасна и успешна бременност. В статията е представена разработката на система за мониторинг, използваща микроконтролер ESP32 заедно със сензорите MAX30205, MAX30100 и BME680. ESP32 служи като основен модул за събиране и предаване на данни. Сензорът MAX30205 предоставя точни измервания на температурата в реално време, докато BME680 измерва ключови фактори на околната среда, като влажност, налягане и съпротивление на газовете. Допълнително, MAX30100 следи пулса и нивата на кислород в кръвта. Комбинацията от тези сензори позволява цялостен мониторинг на здравословното състояние на бременните жени.

### **Г.8.24 Low-Cost System for Monitoring the Health of Pregnant Women**

Monitoring the health of pregnant women is essential for promoting a safe and successful pregnancy. This paper presents the development of a monitoring system using the ESP32 micro controller, along with the MAX30205, MAX30100, and BME680 sensors. The ESP32 acts as the core unit for data collection and transmission. The MAX30205 sensor provides precise real-

time temperature readings, while the BME680 measures key environmental factors such as humidity, pressure, and gas resistance. Additionally, the MAX30100 monitors pulse rate and blood oxygen levels. Together, these sensors enable comprehensive health monitoring for pregnant women.

#### **Г.8.25 Моделиране и идентификация на серво задвижване DM S2006MD**

В статията е представено математическо описание на серво задвижването DM S2006MD и на неговата база е създаден модел в Simulink. Извършена е идентификация на предварително неизвестните параметри на задвижването. Проведени са експерименти както с модела, така и с реалния мотор, като получените резултати са сравнени.

#### **Г.8.25 Modeling and identification of the DM S2006MD servo drive**

The article presents a mathematical description of the DM S2006MD servo drive, and a Simulink model based on it has been created. Identification of the previously unknown parameters of the drive has been carried out. Experiments were conducted with both the model and the actual motor, and the results were compared.

#### **Г.8.26 Определяне параметрите на движение на 6 осен манипулатор**

В статията се разглеждат някои методи за координатно позициониране на обекти с реализация в средата CodeSys. В процеса на координатно позициониране е необходимо да се премести обект в пространството от съществуваща начална позиция до зададена крайна позиция, като положението на обекта във всеки случай се определя от координатите на съответните му точки.

#### **Г.8.26 Determining the movement parameters of a 6-axis manipulator**

This article discusses some methods for coordinate positioning of objects with an implementation in a CodeSys environment. In the process of coordinate positioning, it is necessary to move an object in space from an existing initial position to a specified final position, the position of the object in each case being determined by the coordinates of its corresponding points.

#### **Г.8.27 Техники против интегрално насищане при реализация на ПИД регулатор в пространство на състоянията**

В статията се разглежда проектирането и изследването на PID регулатор в пространство на състоянията. Обсъждат се някои от основните предимства и недостатъци на този тип регулатори. Подробно е представен проблемът с интегралното насищане, заедно с някои ключови техники и стратегии за предотвратяване на интегрално насищане в управлението на технологични системи. Предоставени са подробни блокови схеми и някои функционални зависимости на реализираните техники против интегрално насищане. Реализирани са симулационни модели за PID управление на вибрационен конвейер. Получените резултати са представени графично, а също така е извършен анализ и сравнение на базата на качеството на постигнатото управление.

#### **Г.8.27 Anti-windup techniques in state-space form of PID controller**

The paper discusses the design and research of a PID controller in state space form. Some of the main advantages and disadvantages of this type of controller are examined. The issue of integral windup is presented in detail, along with some of the key anti-windup techniques and strategies in the control of technological systems. Detailed block diagrams and some functional dependencies of the implemented anti-windup techniques are provided. Simulation models for PID control of a vibrating conveyor have been implemented. The obtained results are graphically presented. An analysis and comparison based on the quality of the achieved control are performed.

#### **Г.8.28 Разработване и изследване на алгоритми за бизнес анализ чрез изкуствен интелект**

В статията се разглежда разработването и внедряването на алгоритми за бизнес анализ, базирани на изкуствен интелект. Проучването се фокусира върху потенциала на AI в предиктивната аналитика, вземането на решения и оптимизацията на бизнес процесите. Анализирани са ключови технологии като машинно обучение, обработка на естествен език и извличане на данни. Изследвани са практическите приложения в сектори като финанси, маркетинг и управление на вериги за доставки. Подчертава се влиянието на решения, базирани на AI, върху повишаването на ефективността на бизнеса и точността на вземаните решения. Представени са резултати от реални казуси, които потвърждават ефективността на AI в сложни бизнес среди.

#### **Г.8.28 Development and exploration of algorithms for business analysis using artificial intelligence**

The paper discusses the development and implementation of artificial intelligence algorithms for business analytics. The study focuses on the potential of AI in predictive analytics, decision-making, and optimization of business processes. Key technologies such as machine learning, natural language processing, and data mining are analyzed. Practical applications in sectors like finance, marketing, and supply chain management are explored. The impact of AI-driven solutions on improving business efficiency and decision accuracy is highlighted. The results

from real-world case studies are presented, confirming the effectiveness of AI in complex business environments.

#### **Г.8.29 Използване на изкуствени невронни мрежи при апроксимирането на системи чрез ортонормални функции**

В настоящата статия се разглежда добре позната процедура, използвана в различни научни области – апроксимацията. По-конкретно, анализира се приложението на Лагеррови ортонормални функции при апроксимирането на преходни и импулсни характеристики на динамични системи. Особено внимание се отделя на предизвикателствата, свързани с използването на тези функции в контекста на синтез на моделно предсказващо управление (MPC). Тези предизвикателства включват определяне на скалиращия коефициент, броя на ортонормалните функции и изчисляване на коефициентите на разлагане, което създава допълнителни трудности при моделиране на системи с параметрична неопределеност.

За преодоляване на тези предизвикателства се предлага използването на изкуствени невронни мрежи (ANN) за автоматично генериране на коефициентите на разлагане на Лагеровите функции. Вместо директно апроксимиране на импулсните характеристики на системите, което включва значителна изчислителна сложност, ANN се използват за предсказване на оптималните коефициенти на разлагане, като по този начин се намалява времето за изчисление и се повишава точността.

В рамките на изследването са проведени симулации за апроксимация на системи с нисък и висок ред с различни нива на параметрична неопределеност. Резултатите демонстрират значително подобрене в точността на апроксимацията при използване на невронни мрежи в сравнение със стандартните методи за изчисление на коефициентите. Представени са графични резултати от апроксимацията за различни стойности на скалиращия коефициент и броя на ортонормалните функции, като се анализира влиянието им върху грешката на апроксимацията.

Установено е, че при правилно обучение на невронните мрежи могат да се постигнат значителни подобрения в процеса на апроксимация, което ги прави подходящи за внедряване в системи за управление в реално време. Предложената методология разширява приложимостта на Лагеровите функции в моделно предсказващо управление и осигурява ефективен подход за обработка на системи с неопределености.

#### **Г.8.29 Using Artificial Neural Networks in System Approximation through Orthonormal Functions**

The present article examines a well-known procedure used in various scientific fields – approximation. Specifically, it analyzes the application of Laguerre orthonormal functions in the approximation of transient and impulse responses of dynamic systems. Particular attention is given to the challenges associated with using these functions in the context of model predictive control (MPC) synthesis. These challenges include determining the scaling factor, the number of orthonormal functions, and the calculation of decomposition coefficients, which create additional difficulties when modeling systems with parametric uncertainties. To

overcome these challenges, the use of artificial neural networks (ANN) is proposed for the automatic generation of the decomposition coefficients of Laguerre functions. Instead of directly approximating the impulse responses of systems, which involves significant computational complexity, ANN is employed to predict the optimal decomposition coefficients, thereby reducing computational time and improving accuracy. As part of the study, simulations were conducted for the approximation of both low- and high-order systems with different levels of parametric uncertainty. The results demonstrate a significant improvement in approximation accuracy when using neural networks compared to standard coefficient computation methods. Graphical representations of the approximation results for different values of the scaling factor and the number of orthonormal functions are provided, analyzing their effects on approximation error. It has been established that, with proper training of neural networks, significant improvements in the approximation process can be achieved, making them suitable for implementation in real-time control systems. The proposed methodology extends the applicability of Laguerre functions in model predictive control and provides an efficient approach for handling systems with uncertainties.

#### **Г.8.30 Приложение на адаптивен Невро-ПИД регулатор при управление на електрохидравлична система**

В статията е представена практическа реализация на адаптивен невро-ПИД регулатор за управление на нелинейна електрохидравлична система. За преодоляване на предизвикателствата, свързани с управлението на този тип системи, се предлага оптимизатор, базиран на невронна мрежа, за фина настройка на параметрите на ПИД регулатора. Проектираният регулатор има проста структура и относително малък брой регулируеми параметри. Експерименталните резултати, получени чрез система за събиране и управление на данни в реално време, демонстрират ефективността на внедреното управление.

#### **Г.8.30 Application of an adaptive neuro-pid controller for the control of an electrohydraulic system**

The paper presents a practical implementation of an adaptive neuro-PID controller for controlling a nonlinear electro-hydraulic system. To address the challenges associated with controlling such types of systems, a neural network-based optimizer is proposed to fine-tune the parameters of the PID controller. The designed controller has a simple structure and a relatively small number of adjustable parameters. The experimental results, obtained through a real-time data acquisition and control system, demonstrate the effectiveness of the implemented control.

#### **Г.8.31 Разработване на тестове за проверка на електрическата свързаност при проектирането на сензори, базирани на интегрални схеми - Първа част**

В статията се представя разработката на автоматизирани тестове, насочени към проверка на електрическите връзки и параметрите на устройствата по време на проектирането на интегрални схеми (ИС), с фокус върху LVS (Layout vs Schematic) проверка в средата за проектиране Cadence. Основната цел на изследването е създаването на надежден набор от тестове за валидиране на физическата реализация на ИС в CMOS технология, като се гарантира, че физическото оформление на чипа съответства точно на логическия му дизайн.

Тестовите са предназначени да автоматизират проверката на критични елементи, като връзки, устройства, MOS транзистори, резистори и откриване на къси съединения. Прилагането на тези тестове значително подобрява надеждността и производителността на ИС, като намалява вероятността от дефекти при масово производство. Анализът на резултатите от процеса на проверка демонстрира значението на автоматизираните проверки за повишаване на качеството и ефективността на разработката на ИС, осигурявайки съответствие между логическия дизайн и физическото оформление, като същевременно минимизира грешките по време на производствения етап.

#### **Г.8.31 Development of electrical connectivity verification tests in the design of integrated circuit-based sensors - Part 1**

This paper presents the development of automated tests aimed at verifying electrical connections and device parameters during the design of integrated circuits (ICs), with a focus on LVS (Layout vs Schematic) verification within the Cadence design environment. The primary goal of this work is to create a robust suite of tests to validate the physical implementation of ICs in CMOS technology, ensuring that the physical layout of the chip accurately corresponds to its logical design. The tests are designed to automate the verification of critical elements, such as connections, devices, MOS transistors, resistors, and the detection of short circuits. By applying these tests, the reliability and performance of the ICs are significantly enhanced, reducing the likelihood of defects in mass production. The analyzed results from the verification process demonstrate the importance of automated checks in improving the quality and efficiency of IC development, ensuring alignment between the logical design and physical layout, while minimizing errors during the manufacturing phase.

#### **Г.8.32 Разработване на тестове за проверка на електрическата свързаност при проектирането на сензори, базирани на интегрални схеми - Втора част**

Проверката на интегрални схеми чрез сравняване на схемния дизайн и физическото оформление е критичен етап за осигуряване на коректността и надеждността на микрочиповете. Настоящият анализ се фокусира върху основните типове грешки, откривани по време на LVS (Layout vs. Schematic) проверки, и техните потенциални последствия. Сред най-сериозните проблеми са късите съединения, които могат да доведат до повреди, прекомерна консумация на енергия и логически грешки. Други често срещани несъответствия включват липсващи връзки, неправилни компоненти, параметрични отклонения (например разлики в размерите на транзисторите), плаващи

възли, несъответствия в йерархичните портове, несъответствие на имената на мрежите, липсващи устройства и неподдържани структури в оформлението.

LVS инструментите автоматизират откриването на тези грешки чрез сравняване на електрическите мрежи и параметрите между схемата и физическото оформление. В статията е представен примерен алгоритъм за LVS, базиран на правила, за идентифициране на къси съединения, демонстриращ проверката на критични мрежи като захранващи (VDD/GND) и сигнални слоеве. Освен това се обсъждат визуализацията на грешките и възможностите за автоматично коригиране. Резултатите подчертават необходимостта от стриктни LVS процедури за предотвратяване на производствени дефекти и функционални неизправности, особено при проектирането на аналогови и високочестотни схеми, където дори малки отклонения могат да доведат до значителни проблеми с производителността.

#### **Г.8.32 Development of electrical connectivity verification tests in the design of integrated circuit-based sensors - Part 2**

Verification of integrated circuits by comparing schematic design and physical layout is a critical stage in ensuring the correctness and reliability of microchips. The current analysis focuses on the main types of errors detected during LVS (Layout vs. Schematic) checks and their potential consequences. Among the most serious issues are short circuits, which can lead to failures, excessive power consumption, and logic errors. Other common discrepancies include missing connections, incorrect components, parametric deviations (such as differences in transistor sizes), floating nodes, hierarchical port mismatches, net name inconsistencies, missing devices, and unsupported layout structures. LVS tools automate the detection of these errors by comparing electrical nets and parameters between the schematic and the physical layout. The article presents a sample rule-based LVS algorithm for identifying short circuits, demonstrating the verification of critical nets such as power (VDD/GND) and signal layers. In addition, it discusses error visualization and capabilities for automatic correction. The results emphasize the necessity of rigorous LVS procedures to prevent manufacturing defects and functional failures, especially in the design of analog and high-frequency circuits, where even small deviations can lead to significant performance issues.

#### **Г.8.33 Смарт приложение за настройка на работни параметри на екструдер за пластмасови изделия**

В настоящото изследване се разглежда разработката на Android приложение, предназначено за конфигуриране на параметрите на машина за екструзия на пластмасови изделия. Представен е преглед на производствената линия, организацията на базата данни за калибриране и методите, използвани при проектирането и програмирането на Android приложението.

**F.8.33 Smart application for configuring operating parameters of a plastic extruder**

This study examines the development of an Android application designed for configuring the parameters of a plastic extrusion machine. An overview of the production line, the organization of the calibration database, and the methods used in the design and programming of the Android application is provided.